

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-120149

(43)Date of publication of application : 28.04.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/205
G01N 15/00
G01N 15/14
G01N 21/15
G01N 21/88
H01L 21/02
H01L 23/29
H01L 23/31

(21)Application number : 03-104334

(71)Applicant : APPLIED MATERIALS INC

(22)Date of filing : 09.05.1991

(72)Inventor : KINNEY PATRICK
FISHKIN BORIS
ZHAO JUN
GUPTA ANAND
BENDLER ROBERT

(30)Priority

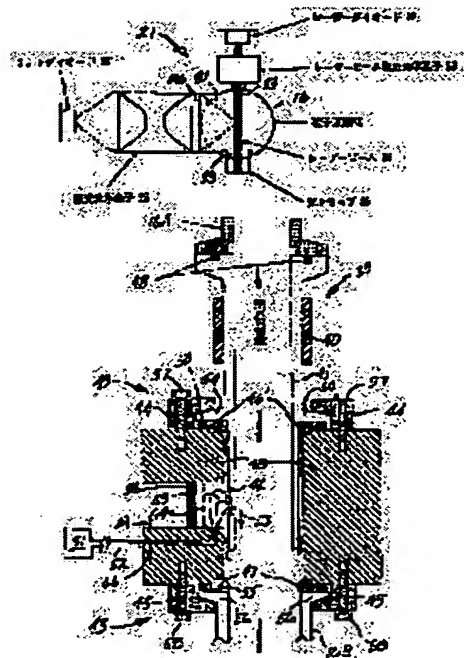
Priority number : 90 522606 Priority date : 11.05.1990 Priority country : US

(54) SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING PARTICLES

(57)Abstract:

PURPOSE: To lessen the damages and deterioration due to gases and to prevent particles from sticking on the surface of a part, including a lens by directing a light beam to an evacuation line and monitoring particles which are lit up, and heating an area nearby the lens.

CONSTITUTION: A high-intensity laser beam 24 is generated by a laser diode 22 and converged by a shaping optical element 23 in an evacuation line 16 through a window 33. Scattered lights of the laser beam 24 are collected by a light-collecting system 26 and directed to a photodiode sensor 27. An electronic device amplifies electric output pulses from the sensor 27 and processes them by a system software. An insert line 38 is heated by an electric resistance coil 40 to be extended onto a particle-monitor system, thereby heating exhaust gas immediately on the upstream side of an optical system. Consequently, the sticking of process reaction products on a surface exposed to the gas in the evacuation line and low-temperature wall effect are suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.06.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.02.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-120149

(43)公開日 平成6年(1994)4月28日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205

G 0 1 N 15/00

15/14

21/15

Z 2107-2 J

A 2107-2 J

7370-2 J

8617-4 M

H 0 1 L 23/ 30

D

審査請求 有 請求項の数13(全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平3-104334

(22)出願日

平成3年(1991)5月9日

(31)優先権主張番号

5 2 2 6 0 6

(32)優先日

1990年5月11日

(33)優先権主張国

米国 (U S)

(71)出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド

APPLIED MATERIALS, I
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050

(72)発明者 バトリック キニー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94086 サニーヴェイル 704 エスカロン
アベニュー 955

(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

最終頁に続く

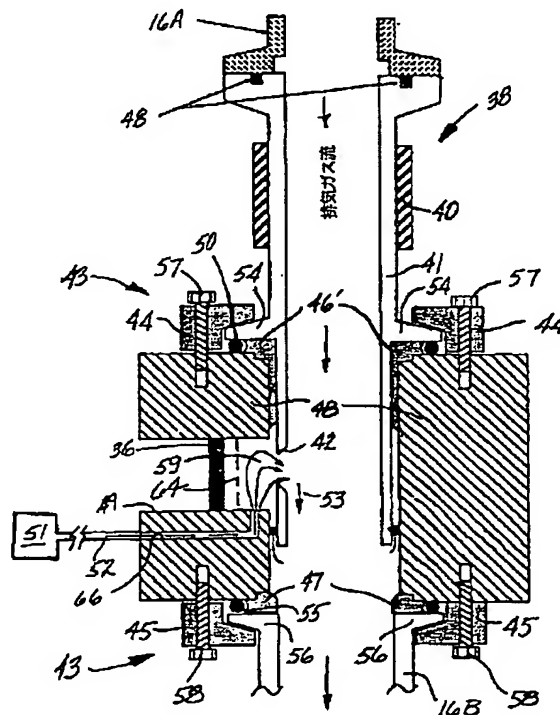
(54)【発明の名称】 粒子監視システム及び方法

(57)【要約】

(修正有)

【目的】 監視されるガスによる損傷及び劣化をうけにくい粒子監視システムを提供する。併せて、システムに付随するレンズその他の光学窓を含む部分の表面への粒子の付着を抑制する。

【構成】 処理チャンバ排気ライン用の粒子監視システムが開示されており、これは、排気ライン加熱手段、該排気ガスライン内の光学的窓などの表面上のパーティクルガス流、及び熱的に且つ電氣的に絶縁性の粒子監視システム取付け構成を備えている。これらの特徴は、協働して、該粒子監視システムを電氣的擾乱及び加熱される入口から保護すると共に長期間にわたって該光学面を清潔に保ち且つ該光学面への排気ガス流からの付着を防止する。この構成は、該光学面の腐食も抑制する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光のビームを工作物処理反応装置の排気ラインなどのガス包含領域の中に向ける手段と；その光のビームにより照明される粒子を監視する光学検出器手段と；前記光手段と前記検出器手段とがそれを通じて該ガス包含領域と通じるところの光学窓と；該光学窓に近接する該ガス包含領域を加熱して該窓への付着を抑制する手段とから成ることを特徴とする粒子監視システム。

【請求項 2】 少なくとも、該検出器手段に付随する光学的に透明な該窓を横断させてパージガスを流して該窓とモニタされるガスとの間にガス分離をもたらす手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の粒子監視システム。

【請求項 3】 該窓を横断させてパージガスを流して該窓とモニタされるガスとの間にガス分離をもたらす手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の粒子監視システム。

【請求項 4】 光学的に透明な該窓のうちの少なくとも一つと監視されるガスとの間に介在する第 2 の窓を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の粒子監視システム。

【請求項 5】 その第 2 の窓を横断させてパージガスを流す手段を更に備えることを特徴とする請求項 4 に記載の粒子監視システム。

【請求項 6】 光のビームを工作物処理反応装置の排気ガスラインの中に向ける手段と；その光のビームにより照明される粒子を監視する光学検出器手段と；前記光手段と前記検出器手段とがそれを通じて該排気ラインと通じるところの光学的に透明な窓と；該光学窓に近接する該排気ラインを加熱して該窓への付着を抑制する手段と；該光ビーム指向手段と該検出器手段とを該排気ラインに取りつける手段とから成り、前記取り付け手段は、該光ビーム指向手段と該検出器手段とを該排気ラインから熱的に且つ電氣的に絶縁させる様になっていることを特徴とする粒子監視システム。

【請求項 7】 該光ビーム指向手段と該検出器手段とを構成する粒子監視システム素子は、該素子の上流側からその下流側に延在する該排気ラインの熱伝導セクションに取り付けられており、該排気ラインを加熱する該手段は、その熱伝導セクションに取り付けられていることを特徴とする請求項 6 に記載の粒子監視システム。

【請求項 8】 該排気ラインは熱伝導セクションを含み、該光ビーム指向手段と該検出器手段とを含む粒子監視システム素子を該排気ラインに取りつける該手段は、前記粒子監視システム素子を取りつける取り付けブロックと、該取り付けブロックの対向端部に近接する該排気ラインの周囲に形成された 1 対のフランジと、該取り付けブロックと該排気ラインとの間に挿入されるようになっている 1 対のインサートと、前記インサートは該フランジ及び該取り付けブロックと結合して密封リングを取

りつけるようになっていることと、該 O リング取り付けインサートから該フランジの対向側に結合する取り付けリングと、該取り付けリングと該 O リング取り付けインサートとを該フランジに協働的にクランプする手段とから成っており、該取り付けリング、該 O リング取り付けインサート及び該取り付けブロックのうちの少なくとも密封されたものは、該粒子監視システム素子を該排気ラインから絶縁させるために熱的に且つ電氣的に絶縁性の材料から形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の粒子監視システム。

【請求項 9】 該排気ラインセクションは該粒子監視システム素子の上流側の点から該素子の下流側まで延在しており、該排気ラインを加熱するための該手段は、該排気ラインセクションに取りつけられた加熱コイルであることを特徴とする請求項 8 に記載の粒子監視システム。

【請求項 10】 排気ラインに取りつけられた光学的監視システム素子を使って工作物処理反応装置の排気ライン中のガスの粒子を監視する方法であって、該粒子監視システムの素子を作動させてガスライン中の粒子を検出させ、同時に該粒子監視システム素子の付近でガスラインを加熱して、該排気ラインガスにさらされる粒子監視システム素子の表面への該排気ガスからの付着を抑制することからなる方法。

【請求項 11】 該粒子監視システム素子の前記表面にパージガスを流すことを更に含むことを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】 該素子を該排気ガスから絶縁させるために、光学的に透明な窓を該粒子監視システム素子のうちの少なくとも一つと該排気ラインガスとの間に設けることを更に含むことを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】 該窓の、該排気ガスにさらされる側にパージガスを流すことを更に含むことを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】 本発明は、半導体処理反応装置に使用される粒子監視装置などの粒子監視装置に関する。

【0002】

【従来技術】 現状の技術水準の半導体蒸着反応装置は、排出ガス流中の粒子レベルを監視するためのレーザーに基づく光学システムを備えることが出来る。しかし、その様な粒子監視装置は、監視しているガス流と相互作用し、種々の反応副産物、未反応種などが、該ガス流と接触する表面に積り、腐食し、従ってその表面を光学的に劣化させる。例えば、粒子監視システムのレンズ及びその他の、随伴するレーザービームの中及び周囲の表面に積もったものは、レーザー光を集光光学素子の中へ散乱させてフォトダイオードなどの検出器にノイズを生じさせる。その結果として、粒子監視システムの窓などの表面を清掃したり交換したり出来る様に反応装置を頻繁に

運転休止させなければならない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】叙上に鑑みて、本発明の主目的は、監視されるガスによる損傷及び劣化を受けにくい粒子監視システム及び方法を提供することである。他の目的は、粒子監視システムに付随するレンズ及びその他の光学的窓を含む粒子監視システム表面への付着を抑制することにより、それに伴う光の散乱及びノイズを減少させる粒子監視システム及びその運用方法を提供することである。

【0004】関連する目的は、排気ライン内の迷走電流に起因するノイズを減少させる粒子監視システム及びその運用方法を提供することである。関連する目的は、レンズ/窓などの粒子監視システム表面の保守及び/又は清掃が必要になる前に処理することの出来る半導体ウェーハの数を増やす粒子監視システム及び方法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】一面において、本発明を具現して上記目的及びその他の目的を達成する粒子監視システムは、光のビームを半導体処理反応装置の排気ラインなどのガス包含領域の中に向ける手段と；その光のビームにより照明される粒子を監視する光学検出器手段と；前記光手段と前記検出器手段とがそれを通じて該領域と通じるところのレンズ又は独立の窓などの光学的窓と；該光学的窓に近接する領域を加熱して該窓への付着を抑制する手段とから成る。該粒子監視システムは、少なくとも、該検出器手段に付随する該光学的アクセス窓を横断させてパージガスを流して該検出器窓とモニタされるガスとの間にガス障壁を設ける手段を備えることが出来る。また、該システムは該光学的アクセス窓と、監視されるガスとの間に障壁窓を備えることが出来る。該監視システムは、該ガスラインから電気的に且つ熱的に分離させて該監視システムを該排気ラインへ取りつける、即ち、該監視システムを該ガスラインに挿入する手段を含むのが好ましい。

【0006】他の面において、この発明は、排気ラインに取りつけられた素子を光学的に監視する工作物処理反応装置の排気ライン中の粒子を監視する方法に関し、この方法は、粒子監視システムの素子を作動させてガスライン中の粒子を検出させ、同時に該粒子監視システム素子の付近でガスラインを加熱して、該排気ラインガスにさらされる粒子監視システム素子の表面への該排気ガスからの付着を抑制することから成る。

【0007】また、この方法は更に該粒子監視システム素子の前記表面上へパージガスを流すことを含む。

【0008】

【実施例】図1は、粒子監視システム（95054カリフォルニア州、サンタクララ、3050パワーズ・アベニューのアプライド・マテリアルズ・インク（AppliedM

aterials, Inc.）から市販されている精密CVD5000システム）を備えた蒸着システムを略図示する。この現状の技術水準のシステムは、発明者ワン他の名義で1989年10月10日に発行された『TBOS分解と、その本来の場所での平坦化プロセスを使う酸化ケイ素の『CVD』という題名の、本出願人に譲渡された米国特許第4,872,947号に詳細に記載されている。解説されているCVD反応システムは、ランプモジュール12により加熱される真空チャンバ11を備えている。ウェーハは、真空装填ロック・チャンバ13を介して真空チャンバに出し入れされる。排気システム14は、該装填ロックから該チャンバの反対側に位置しており、排気ライン16と、付随の遮断弁17と、絞り弁18と、真空ポンプ系と、粒子監視システムとから成っており、この粒子監視システムは、監視システム21と付随のコンピューター又はコントローラ（図示せず）とを包含し、本発明により構成され本発明に従って作動する。

【0009】図2は、排気ライン16の直径断面図であり、図1の粒子監視システムの素子の排気ライン16に対する関係を略図示する。大強度レーザービーム24がレーザーダイオード22により生成され、付随の整形光学素子23により窓33を通して排気ライン16の内部に収束される。光トラップ29は、ライン16を通過したレーザービーム24を吸収する。該排気ライン内の粒子が大強度ビーム24を通過するとき、レーザービーム24は31に示されている様に散乱され、その散乱された光は集光システム26によって集光されてフォトダイオードセンサー27に向けられる。該センサーに付随する電子装置は、システムソフトウェアによる処理のために該センサーからの電気出力パルスを増幅する。

【0010】上記したように、該監視システムの3個の外部システム又は要素、即ち、(1)レーザーダイオード22及び収束光学素子23、(2)集光光学素子26及びフォトダイオード27、及び(3)光トラップ29の各々は、光学素子レンズなどのそれぞれの表面又はその他の表面又は独立の窓（(1)33；(2)36；及び(3)39など）を介して該チャンバと光学的に交通する。

【0011】本発明によると、光学的粒子監視システムがそれぞれを通してガスラインの内部と共同するところの光学的に透明な表面などの、ガスライン内の表面上への付着を減少させることによって該レーザー光の散乱から生じるノイズを減少させる目的は、該表面の上流側で該ラインとガスとを加熱することによって達成される。これに加えて、又は別に、該表面は、パージガスを該表面上に流すことにより、且つ/又は保護窓を該光学面と排気ガスとの間に介在させることにより、保護される。また、該取付け構成は、該監視システムを該排気ラインから電気的にも熱的にも遮断する。

【0012】図3は、排気ガスライン16は、光学監視システムとの独特のインターフェースとを略図示してお

り、これは露出したガスライン表面上への付着と腐食とを抑制する。第1に、加熱されるガスラインインサート38がガスライン16に挿入される。インサート38は、一端において該チャンパからの入口ガスライン・セクション16Aと結合し、反対側端部では、弁及び真空ポンプに接続された出口ガスライン・セクション16Bに結合している。インサートライン38は、アルミニウムなどの材料から成る熱伝導パイプセクション41から成り、これは面密封リング48を介してガスライン・セクション16Aに封着されている。ライン38は、電気抵抗コイル40又はその他の適当なものにより熱せられるようになっており、該粒子監視システムの中に伸び込んで光学面の直ぐ上流側で排気ガスを加熱する。標準的CVD処理では、要素40は、パイプセクション41を約125℃に加熱して排気ガスを加熱するために使われる。この温度は、低温壁効果と、粒子監視システム光学要素及びその他の、排気ライン中のガスにさらされる面へのプロセス反応生成物の付着とを抑制する。図示されている様に、好都合なことに熱伝導ライン38は光学窓を越えて該監視システムの中に伸び込んでいるので、排気ガスは該監視システムから出るまで熱せられる。他のところで説明したように、該粒子監視システムは、損傷を防止するためにヒーターから熱的に絶縁されている。しかし、光学面及びその他の面は約50℃まで僅かに熱せられ、この僅かに高い温度も付着を低減させる。

【0013】2番目に、絶縁クランプ組立体43は、インサートライン41を出口排気ライン16Bに封じて監視システム21を排気ラインから電氣的に絶縁する。組立体43はブロック48を備えており、このブロックは一端部においてインサートライン41に結合され、他端部において排気ラインセクション16Bに結合されている。監視光学素子はブロック48に取り付けられている。図2も参照すると、レーザーダイオード22とレーザー整形光学素子23により伝えられたレーザービーム24は、光学的に透明な窓33を通して排気ガスライン16の内部に向けられる。同様に、光トラップ29は、39に略図示されている光トラップ面を介してガスラインの内部と連通する。フォトダイオードと集光光学素子26とにより得られる粒子感知アクセスは、ブロック48の開口部49と、集光光学素子の付随のレンズ36とを介するアクセスである。

【0014】共同する環状プラスチッククランプ44、中間に位置するリング50及びプラスチックリング心出しリング46（これはライン41とブロック48との間に取り付けられている）は、ラインセクション41上のフランジ54に係合し、ボルト57-57によって相互に締着されている。組立時に、リング50は心出しリング46の周辺部の環状溝に据えられる。その結果として、ボルト57を締めてクランプ44とブロック48とをフランジ54に固着するとき、リング50はブ

ロック48とフランジ54との間に自動的に位置決めされて圧縮され、真空密シールを生じさせる。同様に、粒子監視システムブロック48の出口側端部において、リング55は、付随の環状プラスチッククランプ45と取付けブロック48との間で心出しリング47上に位置決めされており、これはボルト58-58により出口側フランジ56に固着されている。リング55は、ブロック48とフランジ56との間で圧縮されてライン16Bに対して真空密シールを生じさせる。共同するプラスチッククランプ44及びリング心出しリング46、並びにプラスチッククランプ45及びリング心出しリング47は、粒子監視システムを加熱される入口及びガスラインから熱的に且つ電氣的に絶縁させることにより、熱的に誘起される損傷と敏感な粒子監視システムの動作との熱的及び電氣的干渉を防止する。例えば、排気ラインを通る迷走電流に起因するノイズは該プラスチック取付け部品により抑制される。

【0015】要約すると、プラスチック又は類似の性質の材料から成る取り付け部品は、ガスラインインサート41、ガスライン16及び粒子監視システム21の真空密の組立体をもたらす；迷走電流が粒子監視システムを流れるのを防止し；粒子監視システムを熱せられる入口から熱的に絶縁する。3番目に、レンズなどの光学面及びその他の窓として役立つ面などの内部排気ライン面の付着及び腐食は、該面上にパージガスを流すことによって抑制される。例えば、図3に示されている様に、源51からのガスは、ライン52を介して粒子監視システムブロック48のボア66を通して流れ、レンズ36の前の開口部から出て該レンズ上を流れ、次に該レンズとガスラインインサート41との間に面定された小さなチャンパ59の中に流入して、次にインサートライン開口部42を介して排気ラインの中に流入する。チャンパ59の小さな容積は、パージガス流によりもたらされる分離を強化する該チャンパと該ガスラインとの間の正の圧力差を生じさせるのに役立つ。即ち、パージガス障壁は、部分的には光学窓を横断するカガス流によりもたらされ、また、部分的には排気ガスラインに対して僅かに高い該チャンパ内の圧力によりもたらされるものである。

【0016】4番目に、図3を参照すると、監視システムレンズ36などの表面への化学的浸食は窓64などの光学的に透明な保護窓（図3に破線で示されている）を光学面の内側（排気ライン側）に取り付けることにより無くすることが出来る。該保護窓は、腐食を防止し、処理チャンパ内の付着物を清掃するのに使われる標準的酸性溶液を使って粒子監視システムを清掃することを可能にする。また、例えばエピタキシャル反応装置のためには石英窓を用い、フッ素エッチング液を使用する化学蒸着反応装置のためにはサファイア窓を用いるなど、種々のプロセス及びガスのために種々の材料の窓を使うことができる。

【0017】現在まで、排気ガス流を125℃に熱する被加熱インサート38の使用により、清掃及び／又は保守の間の期間が従来20ウェーハプロセスサイクルから200ウェーハプロセスサイクル以上まで延びており、これは1桁の改善である。その他の改良は、保守又は清掃の間のプロセスサイクル数を更に相当改善させることにつながると予想される。特に、この結果は、パージガスの使用により保守期間を数桁増大させることを示唆するものである。

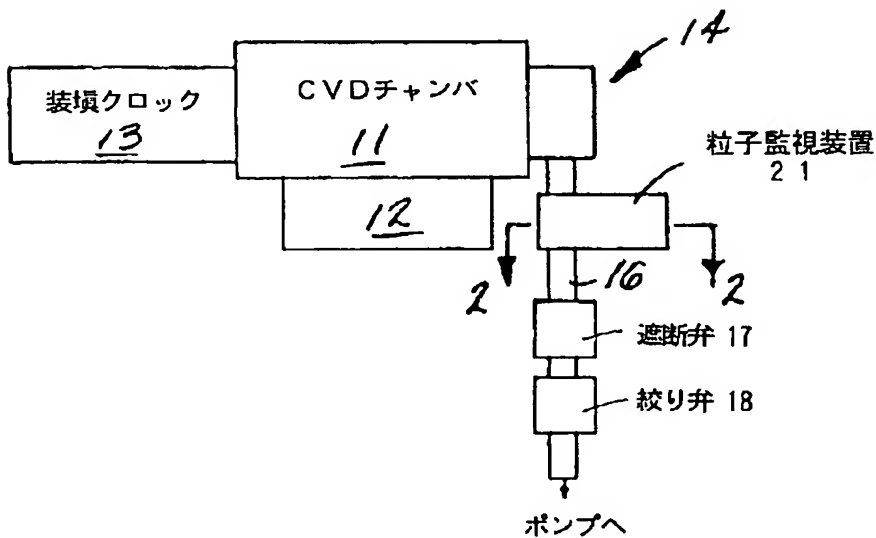
【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、排気ライン中に粒子監視システムを備えたCVD処理チャンバを略図示する。

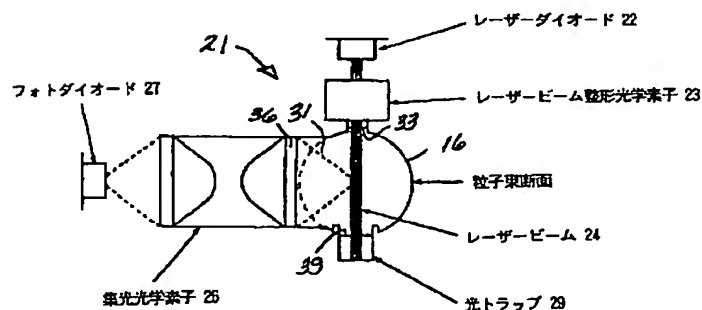
【図2】図2は、図1の線2-2に沿う略断面図であり、粒子監視システムの素子と、排気ガスラインとの関係を示す。

【図3】図3は、付随する排気ラインに該監視システムを取り付けて共同させる構成を含む、本発明の特徴を具現する粒子監視システムを略図示する。

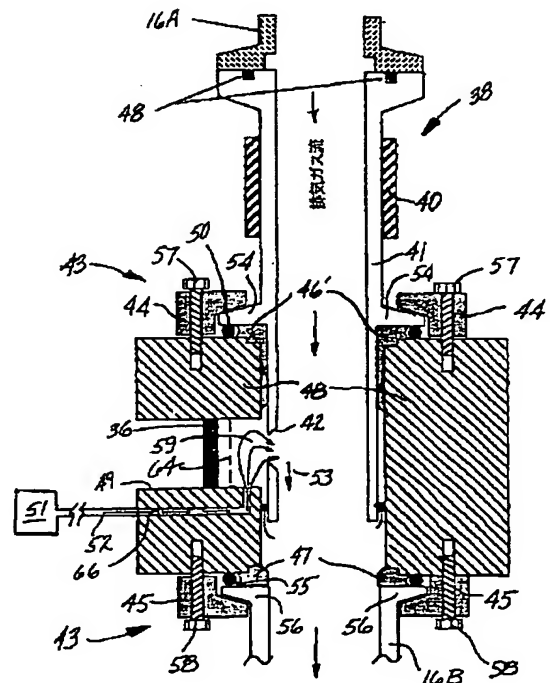
【図1】



【図2】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成5年6月15日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光のビームをガス包含領域の中に向ける手段と；その光のビームにより照明される粒子を監視する光学検出器手段と；前記光手段と前記検出器手段とがそれを通じて該ガス包含領域と通じるところの光学窓と；該光学窓に近接する該ガス包含領域を加熱して該窓への付着を抑制する手段とから成ることを特徴とする粒子監視システム。

【請求項2】 少なくとも、該検出器手段に付随する光学的に透明な該窓を横断させてパージガスを流して該窓とモニタされるガスとの間にガス分離をもたらす手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の粒子監視システム。

【請求項3】 光学的に透明な該窓のうちの少なくとも一つと監視されるガスとの間に介在する第2の窓を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の粒子監視システム。

【請求項4】 その第2の窓を横断させてパージガスを流す手段を更に備えることを特徴とする請求項3に記載の粒子監視システム。

【請求項5】 光のビームを工作物処理反応装置の排気

ガスラインの中に向ける手段と；その光のビームにより照明される粒子を監視する光学検出器手段と；前記光手段と前記検出器手段とがそれを通じて該排気ラインと通じるところの光学的に透明な窓と；該光学窓に近接する該排気ラインを加熱して該窓への付着を抑制する手段と；該光ビーム指向手段と該検出器手段とを該排気ラインに取りつける手段とから成り、前記取りつけ手段は、該光ビーム指向手段と該検出器手段とを該排気ラインから熱的に且つ電氣的に絶縁させる様になっていることを特徴とする粒子監視システム。

【請求項6】 排気ラインに取りつけられた光学的監視システム素子を使って工作物処理反応装置の排気ライン中のガスの粒子を監視する方法であって、該粒子監視システムの素子を作動させてガスライン中の粒子を検出させ、同時に該粒子監視システム素子の付近でガスラインを加熱して、該排気ラインガスにさらされる粒子監視システム素子の表面への該排気ガスからの付着を抑制することからなる方法。

【請求項7】 該粒子監視システム素子の前記表面にパージガスを流すことを更に含むことを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】 該素子を該排気ガスから絶縁させるために、光学的に透明な窓を該粒子監視システム素子のうちの少なくとも一つと該排気ラインガスとの間に設けることを更に含み、該窓の、該排気ガスにさらされる側にパージガスを流すことを更に含むことを特徴とする請求項6に記載の方法。

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 5	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	E	8304-2 J		
H 0 1 L 21/02	D			
23/29				
23/31				
(72)発明者 ボリス フィスキ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95129 サン ホセ ヴェニス ウェイ 4443			(72)発明者 アーナンド グプタ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ 115 ミル クリ ーク レーン 592	
(72)発明者 ジュン ザオ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95117 サン ホセ ムーアパーク アベ ニュー 37-3900			(72)発明者 ロバート ベンドラー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94040 マウンテン ヴィュー ローラ レーン 645	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.